LE POINT EN RECHERCHE

Décembre 2003 Série technique 03-127

ESSAIS DE RÉSISTANCE STATIQUE ET DE RÉSISTANCE DYNAMIQUE AUX SÉISMES DES PAREMENTS DE STUCCO AVEC ÉCRAN PARE-PLUIE POUR LES BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS À OSSATURE DE BOIS DE LA C.-B.

Introduction

La Colombie-Britannique ne subit peut-être pas aussi souvent d'importants tremblements de terre dévastateurs que la Californie, mais le plus important séisme de subduction qui, selon les prédictions, frapperait l'Amérique du Nord, toucherait l'extrémité sud de l'Île de Vancouver et le Lower Mainland. Un tel séisme (occasionné par le frottement des plaques techtoniques) risque fort de se produire au cours du présent siècle. Sans l'apport d'améliorations appréciables aux infrastructures de logement en Colombie-Britannique, un tremblement de terre de forte amplitude pourrait avoir des conséquences dévastatrices.

La recherche démontre que les éléments non structuraux, comme le parement de stucco et les plaques de plâtre, peuvent exercer une influence déterminante sur le comportement sismique des bâtiments. C'est en réaction aux problèmes d'infiltration d'eau qu'ont connus les bâtiments résidentiels contemporains du sud-ouest de la Colombie-Britannique que sont maintenant obligatoires dans certaines régions les systèmes muraux en stucco avec écran pare-pluie, qui comportent une lame d'air formant une coupure de capillarité, favorisant l'évacuation de l'eau libre tout juste derrière le parement, et réduisant ainsi considérablement les risques l'infiltration d'eau. Par contre, la performance du système mural en stucco avec écran pare-pluie, en cas de tremblement de terre, est inconnue.

L'objectif principal de la recherche consistait à entreprendre une évaluation comparative des systèmes de stucco avec écran pare-pluie et de ceux qui en sont dépourvus, dans le but de déterminer si l'incorporation d'un écran pare-pluie influe de façon appréciable sur la performance du bâtiment advenant un tremblement de terre. Les objectifs secondaires de la recherche étaient d'évaluer la capacité du parement de stucco avec écran pare-pluie à résister à des tremblements de terre de forte amplitude et d'améliorer le concept des systèmes de stucco avec écran pare-pluie de manière à les rendre davantage performants.

Programme de recherche

Le programme de recherche comprend deux volets : les essais de résistance statique des éléments et les essais de résistance dynamique d'ouvrages en grandeur nature. La mise sous charge des éléments faisant l'objet des tests de résistance statique s'est faite plus lentement que dans le cas des essais de résistance dynamique. Tous les essais, tant statiques que dynamiques, ont été menés au laboratoire des structures de l'Université de la Colombie-Britannique.

Essais de résistance statique des éléments

Les essais de résistance statique avaient pour objet de déterminer les variations de résistance en cisaillement suivant une déformation latérale ou en plan des systèmes de parement de stucco de différente construction. Les résultats de ces essais ont servi à modéliser le

63329

SCHL CMHC

AU COEUR DE L'HABITATION

Canada

comportement du stucco à l'aide du logiciel analytique mis au point pour prédire les dommages occasionnés par un tremblement de terre.

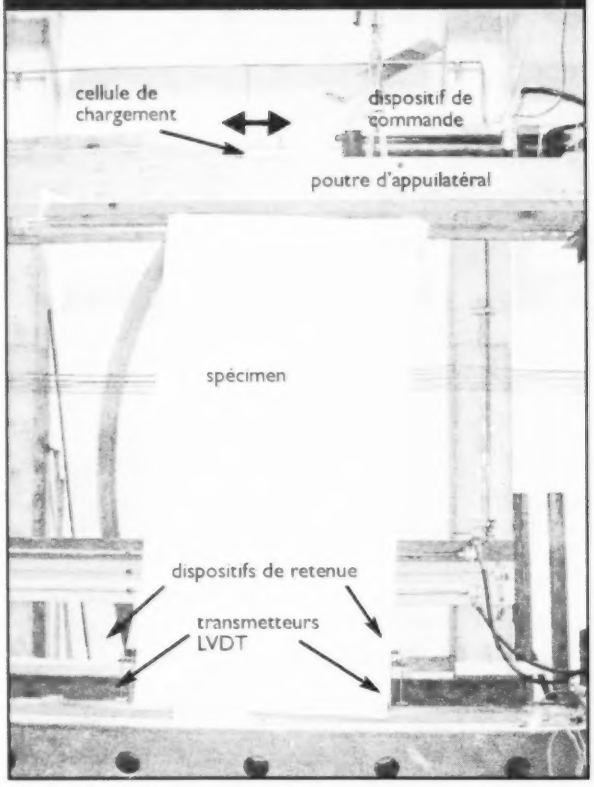
En tout, 18 panneaux ont été mis à l'essai, dont trois panneaux de stucco sans écran pare-pluie et 15 panneaux de stucco avec écran pare-pluie. Tous les panneaux d'essai à ossature de bois mesuraient 1 219 mm de longueur sur 2 438 mm de hauteur (4 sur 8 pi); ils étaient constitués — de poteaux d'ossature en bois de 38 sur 89 mm (2 sur 4 po, dimensions nominales), disposés — à entraxe de 400 mm (16 po). Des bandes verticales en panneaux de copeaux orientés (OSB) de 89 mm (3.5 po) de largeur sur — 11 mm d'épaisseur ont été clouées à tous les poteaux, le revêtement intermédiaire n'étant pas mis en œuvre de manière à pouvoir obtenir directement la résistance du stucco. Des fourrures verticales, alignées sur chacun des poteaux, ont été clouées au revêtement intermédiaire en panneaux OSB dans le cas du parement de stucco avec écran pare-pluie, alors que le parement de stucco sans écran pare-pluie ne comportait pas de fourrures. Le mélange du stucco était conforme aux dispositions du British Columbia Building Code de 1998. La résistance aux séismes des éléments suivants a été évaluée :

- le type de fourrure : S-P-F (épinette-pin-sapin) ou contreplaqué;
- la sorte de clous fixant les fourrures (clous à couverture ou ordinaires);
- la longueur des clous fixant les fourrures — 38, 50 ou 64 mm (1,5, 2 ou 2,5 po);
- le type d'attaches fixant le lattis (clous à couverture, agrafes à revêtement électrolytique ou agrafes en acier ixonydable);
- la longueur des attaches pour lattis — 38 ou 50 mm (1,5 ou 2 po).

Le type de lattis variait aussi (treillis métallique soudé, treillis en métal déployé avec papier de construction, ou lattis K-Lath robuste avec support de papier), sauf que le nombre limité de types de lattis ne permettait pas d'obtenir une estimation exhaustive.

Les panneaux ont été mis en œuvre à la verticale dans un appareil d'essai avec dispositifs de retenue au bas, de façon à n'autoriser que le mouvement latéral (en plan) (voir la figure 1). Un dispositif de commande et une cellule de chargement soumettaient chacun des panneaux à des mouvements latéraux prédéterminés à leur partie supérieure. Les cycles d'essai ont été menés par paires, un dans chaque direction; le mouvement latéral lors de chaque paire de cycles d'essai étant de 6, 12, 24, 48, 96, 144 et 192 mm (1,25, 1,5, 1, 2, 4, 6 et 8 po, dimensions nominales), représentant des dérives d'environ 0,25, 0,5, 1, 2, 4, 6 et 8 % respectivement. Les essais étaient arrêtés lorsque le spécimen connaissait une défaillance ou que le dernier cycle (dérive maximale) était appliqué. Les données d'essais enregistrées portaient notamment sur la résistance en partie supérieure du panneau, la déformation latérale ou la dérive en partie supérieure du panneau, ou le soulèvement à chacun des points de retenue. Les principaux résultats des essais portaient sur la force statique d'hystérèse par rapport aux courbes de déformation pour chaque cycle d'essais auxquels tous les panneaux étaient soumis. Ces données d'essais paramétriques sont indispensables pour déterminer la résistance, la ductilité, ainsi que les dommages occasionnés par un tremblement de terre. Les données paramétriques des essais de résistance statique ont servi à prédire les dommages dus aux tremblements de terre (déviation) lors des deux essais de résistance dynamique.

Figure 1 : Panneau soumis à un essai de résistance statique



Un essai distinct portant sur les fourrures a été mené sur une autre ossature exempte de papier de construction, de lattis et de stucco. Cet essai visait à étudier l'effet de différentes combinaisons de fourrures et d'attaches de lattis sur le fendillement possible des deux types de fourrures utilisées.

Essais de résistance dynamique sur un bâtiment de grandeur nature

Les essais de résistance dynamique ont été effectués en vue d'étudier et de comparer le comportement d'un bâtiment de grandeur nature avec et sans parement de stucco incorporant un écran pare-pluie, soumis aux mouvements du sol de séismes déjà enregistrés. Ainsi trois séismes ont été simulés (le séisme modifié de Nahanni, le séisme de Landers et le séisme de Kobe mesuré par la JMA), chacun représentant une progression graduelle de l'ampleur et de la durée différente des secousses.

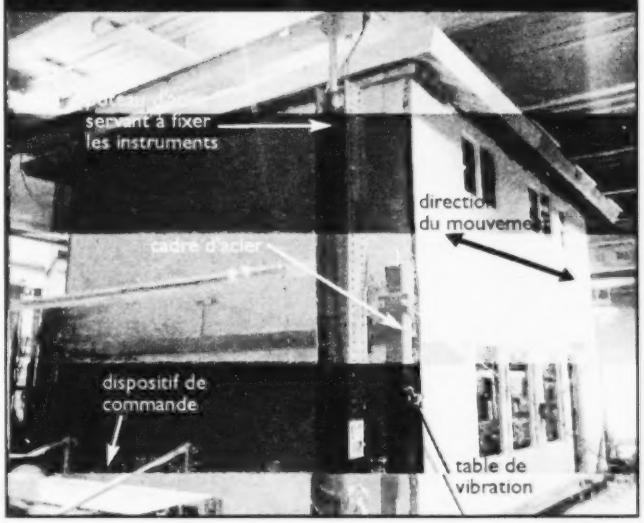
Les maisons soumises aux essais avaient une superficie de 93 m^2 (environ 1 001 pi^2) — 7,6 m (25 pi) dans le sens de la secousse sur 6,1 m — et présentaient une ossature de bois type. Les maisons étaient fabriquées de tous les matériaux et éléments qui pouvaient influer sur le comportement sismique, dont le parement extérieur (stucco), les plaques de plâtre, les cloisons intérieures, les portes et fenêtres. Les charges de plancher et de toit ont été simulées au moyen de blocs de béton assujettis aux surfaces correspondantes. Le parement de stucco sans écran pare-pluie comportait un treillis métallique soudé de 38 mm (1,5 po) fixé par des agrafes de 38 mm (1,5 po). Le parement de stucco avec écran pare-pluie comprenait un lattis K-Lath robuste fixé par des agrafes de 50 mm (2 po) et par des fourrures S-P-F fixées par des clous à couverture de 64 mm (2,5 po).

La maison d'essai (voir la figure 2) reposait sur un cadre d'acier horizontal, tenant lieu de fondations. Le cadre d'acier reposait à son tour sur des galets à faible coefficient de friction qui autorisaient un mouvement unidirectionnel. Le cadre d'acier était mû par un dispositif de commande de forte capacité monté dans l'axe plan du cadre pour simuler le mouvement du sol lors d'un véritable séisme en réglant le dispositif de commande des vibrations (en kN), le déplacement du cadre d'acier (en cm) et l'accélération (en g). Les instruments servant à enregistrer le mouvement de la maison étaient montés sur un poteau d'acier près de la maison. Voici les principales données enregistrées dans le cadre de chacun des essais :

- les valeurs de pointe de l'accélération absolue dans la direction du mouvement aux niveaux du toit, du 2e étage et de la base;
- les déplacements et la dérive de chacun des murs aux niveaux du toit et du 2e étage comparativement à la base;
- les charges s'exerçant sur les tiges d'ancrage aux niveaux du 2e étage et de la base.

Les principaux résultats des essais portaient sur la dérive en fonction du temps des premier et deuxième étages. Ces valeurs de dérive permettent d'en arriver à une évaluation comparative et absolue du comportement sismique du bâtiment.

Figure 2 : Maison lors des essais de résistance dynamique



Résultats

Essais de résistance statique des éléments

En ce qui concerne le lattis, la résistance aux séismes des panneaux avec lattis fixé par des agrafes était supérieure à celle des panneaux avec lattis fixé par des clous. Les longues agrafes — 50 mm (2 po) affichaient une résistance vraiment supérieure à celle des agrafes courtes — 38 mm (1,5 po). En résumé, on recommande d'employer des agrafes plutôt que des clous et de faire en sorte qu'elles pénètrent dans le poteau d'au moins 25 mm (1 po) ou qu'elles traversent complètement le revêtement intermédiaire et pénétrent dans le poteau d'au moins 16 mm (5/8 po). Les agrafes doivent être posées, les pattes disposées en diagonale aux côtés opposés de l'intersection des fils horizontaux et verticaux du treillis métallique soudé. Si le fil vertical du lattis n'est pas centré sur le poteau pour permettre à l'agrafe de pénétrer dans le poteau, l'agrafe doit être posée verticalement, les pattes de part et d'autre du fil horizontal. L'espacement maximal des agrafes lorsque les poteaux sont disposés à entraxe de 400 mm (16 po) correspond à 150 mm (6 po) verticalement et à 400 mm (16 po) horizontalement — l'espacement de 600 mm (24 po) des poteaux n'ayant pas été étudié.

Quant aux fourrures, on a découvert que le contreplaqué traité sous pression affichait une meilleure ductilité que

les éléments en S-P-F traités sous pression, de même qu'une moindre perte de résistance à des niveaux de dérive élevés. La résistance des panneaux d'essai avec des clous à couverture était pratiquement de 40 % supérieure à celle des clous ordinaires. Les clous courts utilisés pour fixer les fourrures — 38 mm (1,5 po) précipitaient la rupture fragile du parement. Les longs clous servant à fixer les fourrures — 64 mm (2,5 po) donnaient une meilleure performance. En résumé, il est préférable de choisir des fourrures en contreplaqué de 19 sur 75 mm (3/4 sur 3,0 po) à fixer au revêtement intermédiaire et aux poteaux d'ossature au moyen de clous à couverture de 64 mm (2,5 po) galvanisés par immersion à chaud, selon un espacement d'au plus 300 mm (12 po).

Essais de résistance dynamique sur des maisons de grandeur nature

Les deux maisons se sont très bien comportées, aucune ne subissant d'importants dommages à la suite de la secousse sismique. Le seul signe de dommage observé était la formation de petites fissures aux angles rentrants des portes et fenêtres. Les deux essais ont donné des résultats semblables, bien que la maison avec écran pare-pluie ait présenté davantage de rigidité que celle qui n'en avait pas, en raison de la présence des fourrures. Les essais de résistance dynamique se sont révélés particulièrement utiles pour affiner et vérifier la fiabilité du logiciel d'estimation des dommages d'origine sismique, qui a été mis au point dans le cadre d'une autre recherche.

Conséquences pour le secteur du logement

La recherche a montré que les parements de stucco avec et sans écran pare-pluie affichent une performance semblable et que les deux peuvent concourir à éviter d'importants dommages aux bâtiments résidentiels à ossature de bois (maisons individuelles et collectifs d'habitation) advenant un tremblement de terre. Par contre, améliorer les techniques courantes de fabrication du stucco contribuera grandement à tirer parti de cet impressionnant moyen de réduire les dommages. On aura intérêt à employer, en particulier, des agrafes de 50 mm (2 po) pour fixer le lattis plutôt que des clous, et à recourir à des fourrures en contreplaqué que l'on fixera au moyen de clous à couverture lorsque le parement de stucco comporte un écran pare-pluie.

Directeur de projet : Silvio Plescia

Rapport de recherche : *Static and Dynamic Earthquake Testing of Rainscreen Stucco Systems for B.C. Residential Wood-Frame Construction*

Consultants pour le projet de recherche : TBG Seismic Consultants Ltd. et le Department of Civil Engineering, Université de la Colombie-Britannique

Le SCHL a entrepris ce projet en partenariat avec la Homeowner Protection Office et la British Columbia Housing Management Commission.

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la *Loi nationale sur l'habitation*, le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets *Le Point en recherche* et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web à

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : 1 800 668-2642
Télécopieur : 1 800 245-9274

NOTRE ADRESSE SUR LE WEB : www.schl.ca

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La SCHL se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.